

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-027454

(43)Date of publication of application : 04.02.1994

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335

G02B 5/00

(21)Application number : 04-180075

(71)Applicant : TORAY IND INC

(22)Date of filing : 07.07.1992

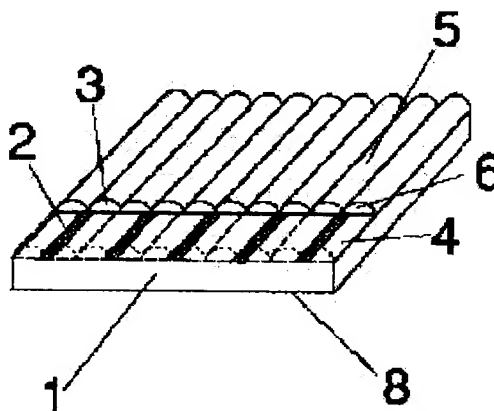
(72)Inventor : SUZUKI MOTOYUKI

**(54) OPTICAL ELEMENT FOR LIQUID CRYSTAL AND LIQUID CRYSTAL DISPLAY USING ELEMENT**

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To enlarge a visual field angle by shedding light by a light shielding layer, when the light from unit lens array surface of a first substance layer side is emitted from a first substance layer side again by a refractive index difference of a first and a second substance layers.

**CONSTITUTION:** On a transparent plastic substrate 1, a stripe-like light shielding layer 2 is provided, and a unit lens 3 whose cross section is a semicircle is arrayed thereon by transparent plastic. In this case, the unit lens array surface is the surface 4 of the plastic substrate 1 on which the light shielding layer 2 is formed, and the rugged surface is the surface 5 of a semicircular lens group. Also, a first substance layer is a plastic layer 6 for forming a semicircular lens, and a second substance layer becomes an air layer on the semicircular lens. This light shielding layer 2 light-shields efficiently a reflection of an external light, and on the other hand, does not light-shield the light which is made incident from the air layer side which becomes a liquid crystal display side and transmits through in the vicinity in the normal direction of the unit lens array surface which becomes the observation surface side.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 02.06.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-27454

(43)公開日 平成6年(1994)2月4日

(51)IntCl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/1335		7408-2K		
G 0 2 B 5/00	Z	9224-2K		

審査請求 未請求 請求項の数3(全10頁)

(21)出願番号 特願平4-180075

(22)出願日 平成4年(1992)7月7日

(71)出願人 000003159

東レ株式会社

東京都中央区日本橋室町2丁目2番1号

(72)発明者 鈴木 基之

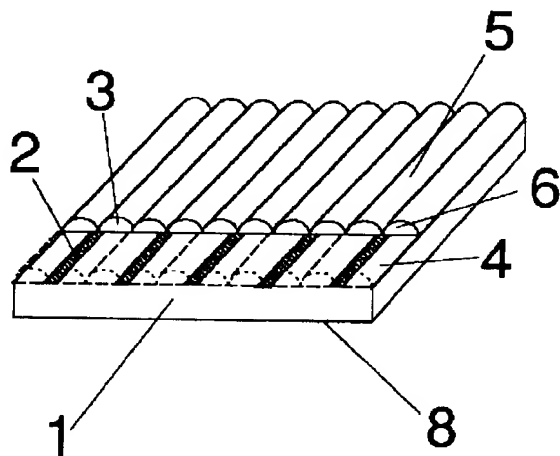
滋賀県大津市園山1丁目1番1号 東レ株式会社滋賀事業場内

(54)【発明の名称】 液晶ディスプレイ用光学素子およびそれを用いた液晶ディスプレイ

(57)【要約】

【構成】 レンズアレイシート of レンズ配列面の一部に遮光層を設けた液晶ディスプレイ用光学素子とする。また、これを液晶セルの観察面側に設けた液晶ディスプレイとする。

【効果】 液晶表示素子の視野角が飛躍的に拡大され、複数人で観察する場合や観察角度が制限されている場合などに於いても、全く不都合なく表示を観察することが出来るようになる。この結果、液晶表示素子の最大の問題であった表示品位に対する不満、不都合を解消するとともに、従来不可能であった新しい用途にも展開することが可能となる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1物質層と、第1物質層より屈折率の小さい第2物質層との界面を凹凸形状とすることによって単位レンズが配列面上に配列されたレンズアレイシートからなる光学素子であって、第1物質層側の単位レンズ配列面の法線方向から入射する光線のうち、第1物質層と第2物質層の屈折率差に基づく全反射を2回以上繰り返すことによって再度第1物質層側の単位レンズ配列面から出射する光線を、該レンズ配列面の入射部分または出射部分の少なくとも一方に於いて遮断するように遮光層が設けられていることを特徴とする液晶ディスプレイ用光学素子。

【請求項2】 液晶分子の電気光学効果によって光学特性を変化させる表示単位が配列された液晶セルによって任意の画像を表示する液晶ディスプレイであって、該液晶ディスプレイは液晶セルより観察面側に、請求項1に記載の液晶ディスプレイ用光学素子の第1物質層側を観察面側に、第2物質層側を液晶セル側になるようにして設けられていることを特徴とする液晶ディスプレイ。

【請求項3】 背面光源を有する透過型液晶ディスプレイであって、該背面光源は、液晶セルの有効視野角範囲に該背面光源から出射される全光束の80%以上を出射するものであることを特徴とする請求項2に記載の液晶ディスプレイ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、液晶ディスプレイに用いられる光学素子およびそれを有した液晶ディスプレイに関する。

## 【0002】

【従来の技術】直視型の液晶ディスプレイの視野角（後述）を拡大するために、液晶ディスプレイとマイクロレンズアレイなどの光学素子を組み合わせることが提案されている。

【0003】液晶ディスプレイの観察面側にレンズなどの光線透過方向を制御する光学素子を組み合わせて視野角を拡大する方法としては、平凹レンズ群を配する方法（特開昭53-25399公報）、多面体レンズを配する方法（特開昭56-65175公報）、プリズム状突起透明板を配する方法（特開昭61-148430公報）、液晶セルの表示単位にそれぞれレンズを設ける方法（特開昭62-56930公報、特開平2-108093公報）などがあり、さらにこれらに加えて透過型ディスプレイの場合に背面光源の光線出射方向を制御する手段を付加するもの（特開昭58-169132公報、特開昭60-202464公報、特開昭63-253329公報）などがある。

【0004】液晶ディスプレイにマイクロレンズアレイを組み合わせた際に、レンズ面に於ける直接反射によって表示像が見えにくくなる欠点を解消する技術としては

該レンズ表面に反射防止多層膜などによる無反射コート膜を設けることが提案されている（特開昭56-65175公報）。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】液晶ディスプレイは、観察方向によって表示品位が変化するという欠点を持っている。一般的には表示面の法線方向から観察した時に最も良好な表示品位が得られるように設定されているので、表示面の法線方向と観察方向のなす角度が大きくなるほど表示品位が低下し、ある角度を超えると観察者が容認できる範囲を超えてしまうという欠点、すなわち良好な表示品位の得られる視野角が小さい（以下、単に「視野角が狭い」ということがある）という欠点を持っている。

【0006】視野角が狭いという欠点は、比較的単純な構成で生産性に優れ大容量表示が可能という優れた特長を持つためパーソナルワードプロセッサ、パーソナルコンピュータなどに多用されるスーパーツイステッドネマチックモード、およびテレビ画像などのフルカラー画像を表示するツイステッドネマチックモードにおいて特に顕著で、ディスプレイ表示面の法線方向から20度から50度（表示面に対して上下方向、左右方向などによって異なる）の方向から観察した場合、表示内容が殆ど判読できなくなることが多い。このため、事実上複数人で観察することができず、液晶ディスプレイの応用展開の妨げとなっている。

【0007】この欠点を解消するために、液晶ディスプレイの観察面にマイクロレンズアレイ等の光学素子を設けることが提案されているが、いずれも実用性に乏しく視野角の問題を解消するに至っていない。

【0008】この理由は、本発明者の検討によれば、従来提案されてきた方法では液晶ディスプレイの表示品位を著しく低下してしまうという欠点があったためである。すなわち、従来提案されている方法のうち平凹レンズ群、多面体レンズ群、レンチキュラーレンズ、プリズム板を配する方法では、液晶ディスプレイの視野角を拡大する効果が小さいとともに、液晶ディスプレイの外部から入射する光線を強く反射するので、通常の室内照明などの外部からの入射光（以下、単に「外光」ということがある）がある場合には画面全体が白っぽくなり、最明色表示部分と最暗色表示部分のコントラスト比が低下し表示が見にくくなるという欠点があったためである。この欠点は、マイクロレンズアレイの視野角拡大効果が大きいほど顕著となるという相関があり、液晶ディスプレイの視野角を拡大することをさらに困難なものにしていた。

【0009】またガラス平板などの内部に屈折率分布領域を設けた、いわゆる平板マイクロレンズアレイでは、レンズ効果が不十分なため、十分な視野角拡大効果を得ることはできない。

10

20

30

40

50

【0010】原理的には液晶ディスプレイの背面光源の輝度を増大することによって、表示品位を低下させる外光よりも圧倒的に強い光量を背面から照射することによって、外光の反射による悪影響を無視できるレベルにすることはできるが、この場合、背面光源の出力を大きなものにする必要があり、液晶ディスプレイの小型、軽量、薄型、低消費電力という大きな特徴が失われるため、実用性がなくなる。

【0011】また本発明者の検討によれば、レンズ面に無反射コート層を設ける方法によっても、この欠点は殆ど解消されない。これは、無反射コート層は原理的にある特定の方向からの入射光に対してのみ有効に働くので、観察角度を変えると無反射化効果が減少あるいは消滅するという特性を持っており、液晶ディスプレイなどあらゆる角度から観察されるものに適用するのには無理があるためである。

【0012】反射防止コートと呼ばれているものの中には、表面にランダムな微細な凹凸を設けるいわゆるノングレタ処理（マット処理）も含まれることがあるが、この方法は鏡面反射を抑える効果しかないので、レンズ表面に適用しても効果がないことは言うまでもない。

【0013】なお液晶ディスプレイの視野角が狭いという欠点は、液晶ディスプレイの原理的な問題であるため、液晶セル内部の改良によって視野角を拡大することは限界があり十分な効果は得られていない。

【0014】本発明の目的は、上記の欠点を解消し、外光がある通常の使用環境下においても十分な視野角拡大効果のある液晶ディスプレイ用光学素子を提供することにある。さらに、本発明は該光学素子を用いた、広い視野角を有する液晶ディスプレイを提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記の欠点を解消するため、第1物質層と、第1物質層より屈折率の小さい第2物質層との界面を凹凸形状とすることによって単位レンズが配列面上に配列されたレンズアレイシートからなる光学素子であって、第1物質層側の単位レンズ配列面の法線方向から入射する光線のうち、第1物質層と第2物質層の屈折率差に基づく全反射を2回以上繰り返すことによって再度第1物質層側の単位レンズ配列面から出射する光線を、該レンズ配列面の入射部分または出射部分の少なくとも一方に於いて遮断するように遮光層が設けられていることを特徴とする液晶ディスプレイ用光学素子としたものである。

【0016】本発明に於いて、液晶ディスプレイとは液晶分子の電気光学効果、すなわち光学異方性（屈折率異方性）、配向性、流動性および誘電異方性などを利用し、任意の表示単位に電界印加あるいは通電して液晶の配向状態を変化させることによって光線透過率や反射率を変化させる光シャッタの配列体である液晶セルを用いて表示を行うものをいう。さらにここでは、該液晶セル

に表示される表示像を直接観察する形式の、いわゆる直視型液晶ディスプレイのことを言うものとする。

【0017】本発明の光学素子は、第1物質層と、第1物質層より屈折率の小さい第2物質層を有している。両物質は実質的に無色透明であることが好ましいが、用途や液晶ディスプレイの表示品位を向上させるために着色せしめることもできる。第1物質としては、加工性や取扱性などの点で透明プラスチック材料が好ましく用いられるが、第2物質としては、このような透明プラスチックの他に空気などの気体、水などの液体を用いることもできる。

【0018】本発明の光学素子は、このような第1物質層と第2物質層の界面を凹凸形状とし、個々の凹部分及び／又は凸部分が単位レンズとして機能するものである。このような凹凸形状は、第1又は第2物質層の片面に形成し、その反対の面は、実質的に平面であることが好ましく、さらに、凹凸形状の中心面とその反対面とは平行であることが好ましい。また、レンズ機能を発現する凹凸面は、周期性を持つ凹凸であることが好ましい。

【0019】凹凸面の形状としては、レンチキュラーレンズのように円弧などの曲線を平行移動させた軌跡で示される曲面を一方向に配列した1次元レンズアレイシートと、矩形、三角形、六角形などの低面をもつドーム状の曲面を縦横に配列した2次元レンズアレイシートがある。また、種々の角度を持つ平面が組み合わされた多面体形状をしたものもある。

【0020】本発明は、これらのいずれの形状も選択することができるが、単位レンズの凹凸面形状は、高屈折率物質である第1物質層側の単位レンズ配列面と凹凸面上のある点での接面とのなす角度が大きくなるほど、凹凸面は第1物質層側の単位レンズ配列面の近くに位置するようにすることが好ましい。

【0021】ここで、単位レンズ配列面とは、第1物質層と第2物質層の界面である凹凸面の基準となる面のことをいい、幾何学的な定義としては、凹凸面と交わらず、かつ凹凸面に接する平面のうち本発明の光学素子が装着される液晶セルの表面に平行な面のことをいうものとする。

【0022】さらに、第1物質層側の単位レンズ配列面とは、凹凸面の両側にある2つの単位レンズ配列面のうち、第1物質層側にある単位レンズ配列面のことをいう。

【0023】従来のレンチキュラーレンズ、マイクロレンズアレイだけでは、上述したように液晶ディスプレイの表面に装着して視野角を拡大しようとしても、視野角を拡大する効果が小さかったり、外光の反射によって画面全体が白っぽくなってしまふなどの欠点があった。本発明者は、レンズアレイシートの構成と液晶ディスプレイの視野角拡大効果、表示品位の関係を詳細に検討した結果、観察面平面に対して大きな角度を持つ部分を含む

凹凸面を有するレンズアレイシートの、高屈折率物質層側を観察面側にして液晶セルの観察面側に装着すると大きな視野角拡大効果が得られることを発見した。しかし、この場合は同時に外光の反射が強くなり表示品位（コントラスト）が低下するという問題を有していた。すなわち、凹凸面形状の制御だけでは視野角拡大効果と外光反射の強さはトレードオフの関係にあるため、十分な視野角拡大効果を得ようとすると、ある程度の表示品位の低下は免れなかった。

【0024】この欠点を鑑み検討を重ねた結果、反射する外光の大部分が、高屈折率物質層側からレンズアレイシートに入射した外光が、凹凸面をなしている低屈折率物質層との界面のうち両物質の屈折率差に基づく臨界反射角以上の角度がある部分に於いて全反射し、さらに反射した光線が同様の原理で反射を繰り返すことによって、再度入射した面から出射されたものであることを究明した。しかし一方で、最初の全反射を起こすような観察面に対して大きな角度を持つ部分が、液晶ディスプレイに装着した時に大きな視野角拡大効果を発揮する部分であるため、上記の欠点が発生しているものであることが判明した。

【0025】そこで、液晶ディスプレイの視野角拡大効果を維持しながら、外光の反射を大きく低減させる方法を検討し、最適の部位に遮光層を設けることによって、この問題を解決できることを見だし本発明を完成した。すなわち、高屈折率物質である第1物質層側の単位レンズ配列面の法線方向から入射する光線のうち、第1物質層と低屈折率物質である第2物質層の屈折率差に基づく全反射を2回以上繰り返すことによって再度第1物質層側のレンズ配列面から出射する光線を、該レンズ配列面の入射部分または出射部分の少なくとも一方に於いて遮断するように遮光層を設けるものである。

【0026】ここで遮光層が設けられる第1物質層側の単位レンズ配列面とは、ここでは実際に製造できる条件とその効果を考慮して、先に説明した幾何学上の第1物質層側の単位レンズ配列面と第1物質層の第2物質層と接していない面とを含む両面間に挟まれる任意の面とする。

【0027】以下、本発明の光学素子を図に従って説明する。

【0028】図1は、本発明の光学素子の構造の一例を説明する図であり、透明プラスチック基板1の上に、ストライプ状の遮光層2が設けられ、さらにその上に透明プラスチックによって断面が半円のカマボコ状の単位レンズ3を配列したものである。この場合は、単位レンズ配列面は遮光層2が形成されるプラスチック基板1の表面4であり、凹凸面は、カマボコ状レンズ群の表面5であり、また第1物質層はカマボコ状レンズを形成するプラスチック層6であり、第2物質層はカマボコ状レンズの上の空気層（ここでは、図示せず）となる。

また、プラスチック基板1の表面4と、その反対の面8は平行である。

【0029】図2は、図1に示した光学素子の表面4に垂直、かつ単位レンズ配列方向に平行な面の断面図を示したものであり、主に遮光層2の位置とカマボコ状の単位レンズ3が形成する凹凸面形状5の関係を説明するものである。図3は、従来の光学素子の一例として、図1に示したものと同様の形状を持つが遮光層の形成されていない、いわゆる通常のレンチキュラーレンズの断面図を示したものである。

【0030】以下、図2と図3を対比して、遮光層の機能を説明する。

【0031】図3に於いて、外光となる第1物質層側からの入射光、すなわち基板側からの入射光のうち、例えば基板面の法線方向から入射する光線101は、凹凸面5に於いて、2回全反射し、再度基板面から出射される。また別の光線102は、凹凸面5に於いて、3回全反射して、基板面から出射される。このように、全反射を繰り返すことによって入射した面と同じ面から出射される光線が、従来の光学素子を用いたときの外光反射の主たる原因となっていた。

【0032】全反射の起こる条件は、よく知られているように、光線が高屈折率物質から低屈折率物質との界面に達したとき、光線の進行方向と界面の法線のなす角度 $\theta$ が下記(1)式で示される臨界反射角 $\theta_c$ 以上である時に起こる。

$$\sin(\theta_c) = n_2 / n_1 \quad \dots \dots (1)$$

ここで $n_2$ は低屈折率物質の屈折率、 $n_1$ は高屈折率物質の屈折率を示す。

【0034】図2および図3に於いて、高屈折率物質であるレンズ材質層6の屈折率を1.5とし、低屈折率物質層である空気層の屈折率を1.0とすると、臨界反射角 $\theta_c$ は約41.8度となり、これ以上の角度をもって凹凸面5に達した光線はすべて反射する。

【0035】外光には単位レンズ配列面に対して法線方向からの入射だけでなく、様々な角度で入射するものがあるが、本発明者は、上記の条件を満たして全反射を繰り返し、入射した面から再度出射される光線群が、すべて単位レンズ配列面4のある一定の領域を通過するものであることを見いだした。その領域とは、第1物質層側の単位レンズ配列面の法線方向から入射する光線のうち、第1物質層と第2物質層の屈折率差に基づく全反射を2回以上繰り返すことによって再度第1物質層側のレンズ配列面から出射する光線が単位レンズ配列面を通過する領域として表され、この場合、単位レンズの断面である半円201に於いて、単位レンズ配列面4に一致する半円の弦202のうち円弧の中心203から両側の、半円の半径 $r$ の $2/3$ 以上離れた部分204および205のいずれかである。すなわち、全反射を繰り返すこと

によって入射した面から再度出射される光線はすべて、レンズ配列面上の部分204あるいは205から入射し、部分204から入射した光線は部分205から出射し、部分205から入射した光線は部分204から出射するのである。なお、単位レンズ配列面4、半円の弦202、およびその部分204、205は本来一致するものであるが、図2および図3に於いては、説明のため分離して示した。

【0036】そこで、本発明の光学素子は、図2に示すように、図3の部分204あるいは部分205に相当する部分に効率よく遮光層2を設けたものである。

【0037】この遮光層は、図3の部分204、部分205の両方に設けることもできるが、いずれか片方である方が効率の点で好ましい。

【0038】この遮光層2の、特筆すべきことは、外光の反射を極めて効率よく遮光するだけでなく、液晶ディスプレイ側となる空気層側から入射し観察面側となる単位レンズ配列面4の法線方向付近に透過する光線は殆ど遮光しないことにある。すなわち、従来の光学素子に於いても本発明で遮光層を設けた部分を通過する光線は殆どなかったのである。このため、液晶ディスプレイに装着した時、ディスプレイ正面付近（観察面の法線方向付近）から観察する場合には、遮光層を設けたことによるディスプレイの輝度の低下などの弊害が殆どない。

【0039】さらにもう一つの特長は、この遮光層は、空気層側から入射し単位レンズ配列面の法線方向から大きな角度を持つ方向へ出射する光線の一部を遮光するが、遮光層はレンズ配列面に形成された面形状をしているので、出射方向と該法線方向のなす角度が大きくなればなるほど目立たなくなる点にある。すなわち、これは液晶ディスプレイに装着して観察する時、観察方向が正面からずればずれるほど相対的に遮光層が細く、あるいは小さくなるので弊害が極めて少ないということになる。また、液晶ディスプレイとして使用される時の環境や背面光源の特性などから多少の外光の反射が許される時は、遮光層は図2に示したものより小さいものであることも有り得る。

【0040】図1および図2に、単位レンズを1方向に配列した1次元レンズアレイシートにおいて、最も効率よく遮光層を設けた例を示したが、単位レンズを縦横に配列した2次元レンズアレイシートの場合でも同様の考え方で遮光層を設けることができる。図4ないし図6に、矩形底面を持つドーム状の単位レンズ11を配列した2次元レンズアレイシート12に遮光層13を設けた本発明の光学素子の一例の、単位レンズ配列面の法線方向から見たときのレンズ位置と遮光層位置の関係を示した。

【0041】なお、図1ないし図6では、透明プラスチック基板1の上にレンズアレイを形成した場合の例を示したが、本発明の光学素子において、透明プラスチック

基板1は必須ではない。

【0042】本発明の光学素子の、液晶ディスプレイに装着した際に観察面表面となる面、例えば図1に示した構成の場合の透明プラスチック基板1の、遮光層が設けられた面4の反対の面8には、必要に応じて、従来の液晶ディスプレイの観察面表面になされているような、表面硬化処理や反射防止処理、防眩（ノングレア）処理などを施すことができる。

【0043】次に、本発明の液晶ディスプレイについて説明する。

【0044】本発明の液晶ディスプレイ（以下、LCDとすることがある）は、上述した本発明の光学素子を用いた視野角が拡大された液晶ディスプレイである。すなわち、液晶分子の電気光学効果によって光学特性を変化させる光シャッターを配列した液晶セルによって任意の画像を表示する液晶ディスプレイであって、該液晶ディスプレイは液晶セルより観察面側に、上述した本発明の液晶ディスプレイ用光学素子の第1物質層側を観察面側に、第2物質層側を液晶セル側になるようにして設けられていることを特徴とする液晶ディスプレイとしたものである。

【0045】ここで液晶セルとは、液晶分子の電気光学効果、すなわち屈折率および誘電率異方性を持つ液晶分子に電界印加あるいは通電することによって液晶分子の配向状態を変化させることによって電圧印加部分と非印加部分に生じる光学的性質の差を利用して光線透過率を制御する光シャッター機構を配列したものを言う。

【0046】光シャッター機構の様式を例示するなら、ダイナミックスキャタリングモード（DS）、ゲストホストモード（GH）、相転移モード、ツイステッドネマチックモード（TN）、強誘電性モード、スーパーツイステッドネマチックモード（STN）、ポリマー分散モード、ホメオトロピックモードなどがある。

【0047】また、液晶セルの各表示単位を駆動する方式として、各表示単位を独立して駆動するセグメント駆動、各表示単位を時分割駆動する単純マトリックス駆動、各表示単位にトランジスタ、ダイオードなどの能動素子を配したアクティブマトリックス駆動などがある。

【0048】LCDを観察する方式として、LCDの背面に光反射能を有する反射層を設け、LCD前面から入射した光を反射させて観察する反射型と、LCD背面に光源を設けて光源から出射された光をLCDを透過させて観察する透過型LCDがある。また、両者を兼用するものもある。

【0049】本発明の液晶ディスプレイは、上記のようないくつかの表示様式、駆動方式、観察方式を求める特性にあわせて適宜組み合わせる構成することができるが、これらのうち特に、透過型単純マトリックス駆動スーパーツイステッドネマチックモード、透過型アクティブマトリックス駆動ツイステッドネマチックモード、反

射型単純マトリックス駆動スーパーツイステッドネマチックモードの液晶ディスプレイとき本発明の効果が大きく、さらに透過型単純マトリックス駆動スーパーツイステッドネマチックモードの液晶セルのとき効果が大きい。

【0050】液晶セルの観察面側に先に述べた本発明の光学素子を設けることによって、従来の液晶ディスプレイの表示品位を殆ど低下させることなく、視野角が狭いという欠点を解消することができる。

【0051】一般に液晶セルの視野角特性、すなわち観察方向による表示品位の変化は、観察方向とセル観察面の法線方向がなす角度が一定であっても、観察方向が該法線を軸として回転することによっても発生する。すなわち、セルの正面から観察方向を移動する方向によって（表示面に対して時の左方向、右方向、上方向、下方向など）、視野角は異なるのが一般的である。あるいは、液晶ディスプレイの使用目的によっては左右方向の視野角を拡大したいなど優先的に一方向の視野角を拡大すべき場合もある。このような場合、光学素子のレンズの機能を、液晶セルの各方向の視野角特性、あるいは求める視野角拡大方向について、各方向によって異なる特性を持たせることによって、さらに高い表示品位を持つ液晶ディスプレイとすることができる。

【0052】すなわち、上下方向あるいは左右方向など一方向だけの視野角特性を拡大したい場合は、1次元レンズアレイシートを用い、単位レンズの配列方向を視野角を拡大したい方向に一致させて装着することによって達成できる。また、2方向の視野角特性を拡大したい時は、2枚の1次元レンズアレイシートの単位レンズ配列方向に角度を持たせて重ね合わせる方法、2次元レンズアレイシートを用いる方法などがあるが、それぞれの方向の視野角を拡大したい程度にあわせてレンズ形状を制御して設計することができる。

【0053】本発明のLCDに用いられる、レンズアレイシートの単位レンズの大きさや位置は、液晶セルの表示単位の大きさによって選ぶことができる。液晶ディスプレイがドットマトリクス方式である場合、1つの表示単位と単位レンズの対応関係には2つの好ましい態様がある。ひとつは、液晶セルの1表示単位にそれぞれ1つの単位レンズが正確に対応しているもので、もうひとつは1表示単位に対して、平均して2つ以上のレンズが対応しているものである。これによって、レンズアレイシートの単位レンズ配列ピッチとセルの表示単位ピッチの干渉によるモアレの発生を抑えることができる。これらのうち後者の態様が、精密な位置合わせが不要であり、かつ何種類かのドットサイズを持つセルに対して同一の光学素子が使えようになることから生産性が向上する点で好ましい。さらに好ましくは1ドットに対して4つ以上の単位レンズが対応しているのが好ましく、さらには1表示単位に対して8つ以上の単位レンズが対応し

ていることが好ましい。ここで、1表示単位に対する単位レンズの個数 $n$ の定義は1次元レンズアレイシートの場合は下記(2)式で、2次元レンズアレイシートの場合は下記(3)式で定義される。

【0054】

$$n = N / (L / l) \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$n = N / (A / a) \quad \dots \dots \dots (3)$$

ここで、 $N$ はLCD表示面上にある単位レンズの総数、 $L$ は液晶セルの1次元MLA単位レンズ配列方向の長さ、 $l$ は液晶セルの1表示単位のうち表示に寄与する部分のレンズ配列方向の長さ、 $A$ はLCD表示面の面積、 $a$ は液晶セルの1表示単位のうち表示に寄与する部分の面積である。これらの式は、LCD表示面の配線スペースなどの表示には直接寄与しない部分を除いた表示単位部分に対応しているレンズの、平均の個数を示すものである。

【0055】本発明のLCDに於いて、光学素子は解像度やコントラストなどの表示品位の低下がない点で、液晶セルにできるだけ接近させて装着することが好ましい。具体的にいうと、セル表面とレンズアレイシートの凹凸面の最も接近した点に於ける距離で示して、1.0mm以下が好ましく、より好ましくは0.5mm以下、さらに好ましくは0.1mm以下である。

【0056】本発明のLCDは、背面光源を有する透過型LCDとするときには、該背面光源として、液晶セルの有効視野角範囲に該背面光源から出射される全光束の80%以上を出射する背面光源を用いることが好ましい。

【0057】ここで液晶セルの有効視野角範囲とは、液晶セルを観察した時に良好な表示品位が得られる視野角範囲のことを言い、ここでは最良の表示品位が得られる観察方向での最大のコントラスト比に対して、1/5のコントラスト比が得られる観察方向の範囲とする。

【0058】このような指向性を持つ背面光源とすることによって得られる効果は二つあり、一つは蛍光管などの光源体から出射される光束が有効に利用できる点である。すなわち本発明の液晶ディスプレイは、レンズアレイシートの個々の単位レンズによって、液晶セルの表示品位の悪い方向に透過してきた光束を屈折させて観察に影響がでないようにすると同時に、良好な表示を示す方向に透過してきた光束を、種々の方向から観察できるようにしているの、従来より一般的に用いられている指向性のない背面光源では表示面の法線方向に対し大きな角度で出射された光束は利用していない。そこで、背面光源からの出射光束に指向性をもたせることによって、光源から出射される光束を有効に利用できることになる。

【0059】さらに、もう一つの効果は表示画像のにじみを防止することができる点である。本発明の液晶ディスプレイは観察面にレンズアレイシートを装着してお



り、それはできるだけ液晶セルに近接させて設けられることが好ましいものであるが、液晶セルの液晶層の表示単位とレンズアレイシートの凹凸面の間には一般に液晶を封入するための基板や偏光素子の厚みに相当する距離があるため、十分に近接させることができないことが多い。このため、液晶セルの1つの表示単位を透過した光束は、該表示単位部分に相当する単位レンズ部分だけでなく、やや離れた位置にある単位レンズにも達し、単位レンズの効果で液晶セルの1つの表示単位の輪郭が、ぼやけながら大きくなったように観察されるため表示画像がにじんだように観察される。これに対し、指向性を持った背面光源を用いると、液晶層の表示単位部分とレンズアレイシートの凹凸面の間に多少距離があっても、該表示単位部分を透過した光束には指向性があるので、主に相当する単位レンズ部分だけにしか到達しないので、上記のように表示画像がにじむことがない。ただし、液晶ディスプレイの用途によっては、ある程度表示画像をにじませた方が好ましいこともあり、この場合は背面光源の指向性をコントロールすることで対応が可能である。

【0060】このような指向性を持つ背面光源とするためには、蛍光管などの光源から出射された光束をフレネルレンズ、フレネルプリズムなどの手段を用いる方法や、反射鏡として微小反射面を組み合わせたマルチフレクタを用いる手段、光ファイバシートやルーバーなどによって不要な光束を吸収する手段などがあり、またこれらに限られないが、これらの内、蛍光管などの光源の出射光を有効に利用する点と薄型化、軽量化がしやすい点で微小レンズや微小プリズムをシート状に配列したフレネルシートを、背面光源の液晶セルに近接する発光面に設ける方法が好ましい。

【0061】図7に、本発明の液晶ディスプレイの構成の一例を説明する液晶ディスプレイの断面模式図を示した。偏光素子61、ガラス基板62、液晶層63、透明電極64などからなる液晶セル51の観察面側に、光学素子の基板1と、その上に遮光層2、および高屈折率物質層6、低屈折率物質層である空気層7からなる光学素子52が設けられ、また液晶セルの背面には、蛍光管65、導光板66、反射板67、および出射光に指向性を持たせるためのプリズムフレネルシート68などからなる背面光源53が設けられている。本発明の液晶ディスプレイが背面光源を用いないものである場合は、背面光源53のかわりに反射板(図示せず)が設けられる。また、指向性のない背面光源を用いる時は、プリズムフレネルシート68のかわりに拡散板(図示せず)などを用いることがある。

【0062】

【実施例】以下、本発明を実施例を挙げて具体的に説明する。

【0063】実施例

#### (1) 光学素子の作成

ストライプ状のパターンが作られたフォトマスクを用意し、ポリエチレンテレフタレートフィルムを基板とした写真フィルムにパターンを露光し、現像、定着した。写真フィルムに得られたパターンは、透光部の幅80 $\mu$ m、遮光部の幅20 $\mu$ mと、ほぼフォトマスクのパターンのネガ画像を再現していた。

【0064】次に、カマボコ状の溝が切られた金型を用意し、この金型に紫外線硬化樹脂(硬化後の屈折率1.5)を充填し、さらにこの上に上記のストライプパターンを形成した写真フィルムを重ねて、高圧水銀灯によって紫外線を照射して樹脂を仮硬化せしめたのち金型よりとりはずし、再度、レンズ形成面より紫外線を照射して本硬化させて、図2に示した形状の本発明の光学素子を作成した。

【0065】これとは別に比較対象として、写真フィルムの代わりに透明なポリエチレンテレフタレートフィルムを用いたこと以外は、同様の方法によって図3に示した形状の従来の光学素子(レンチキュラーレンズ)を作成した。

【0066】(2) 液晶ディスプレイの作成および評価  
市販のパーソナルコンピュータに搭載されたスーパーイステッド液晶モノクロディスプレイ(表示色ブルーモード、画面サイズ対角約10インチ、画素数縦400×横640、ドットピッチ290 $\mu$ m、バックライト付き)の観察面側に(1)で作成した本発明の光学素子のレンズ形成面を内側(液晶セル側)にして取り付け、本発明の液晶ディスプレイを作成した。

【0067】これと同様にして、(1)で用意したレンチキュラーレンズを取り付けた液晶ディスプレイ、および何も取り付けない状態の液晶ディスプレイを比較対象として用意した。

【0068】なお、ここで本発明の光学素子およびレンチキュラーレンズの単位レンズの配列方向は画面左右方向と一致させた。

【0069】このようにして得たディスプレイを、ディスプレイ表示面の法線方向(正面)および左60度から観察し表示品位を評価した。評価は、通常の使用環境である室内照明下で行った。

【0070】本発明の光学素子を用いた液晶ディスプレイは、いずれの方向から観察した場合にも良好な表示品位が得られた。

【0071】一方、従来の光学素子であるレンチキュラーレンズを用いたものは、画面全体が白くなり、特に正面から観察したときのコントラストが低かった。

【0072】また、これらの光学素子を取り付けない従来の液晶ディスプレイは、正面から観察したときの表示品位は良好であるが、左60度から観察した時は表示色が反転し、殆ど表示内容が判読できなかった。

【0073】



【発明の効果】本発明の液晶ディスプレイ用光学素子によって液晶ディスプレイが本来持っている良好な表示品位を低下させることなく、良好な表示が観察される角度、すなわち視野角が飛躍的に拡大される。

【0074】すなわち、液晶セルの観察面側に、光学素子を設けるだけの極めて単純な構成で、液晶ディスプレイの視野角が狭いという欠点が解消されることによって、広い範囲の観察方向に於いて良好な表示品位が得られるようになり、表示を複数人で観察する場合や観察角度が制限されている場合などに於いても、全く不都合なく表示を観察することが出来るようになり、CRT方式などの他の表示方式に対しても全く遜色ない表示品位が得られるようになる。

【0075】これにより、液晶ディスプレイの本来持っている薄型、軽量、低消費電力などの優れた利点を更に活かすことができるようになり、従来より問題であった表示品位に対する不満、不都合を解消するとともに、従来不可能であった新しい用途にも展開することが可能となる。

【0076】

【作用】液晶ディスプレイの液晶セルは観察方向によって光線透過率や表示色が変化し、表示面の法線方向からある角度（セルの臨界視野角）を超えると観察者が容認できる範囲を超えてしまう。

【0077】従来のマイクロレンズアレイを用いて液晶ディスプレイの視野角を拡大する方法では、レンズ機能をもつ凹凸面で強く外光を反射し、さらに最も観察する頻度が高いと思われる正面への反射が特に強いので、表示画像のコントラスト比が大きく低下し実用性に乏しかった。

【0078】一方、本発明の光学素子を用いた液晶ディスプレイは外光が入射し、再び出射される反射光の光路中に効率よく遮光層が設けられているので、凹凸面に於ける外光の反射殆ど抑制しながら、一方で液晶セル側から入射し観察面側に透過する表示画像を殆ど遮光することないので、外光の反射によるコントラスト比の低下は最小限に抑えられるものと考えられる。

【0079】この結果、表示セルの臨界視野角を超える角度から液晶表示素子を観察した場合でも、そのとき観察される光線はレンズアレイシートの各単位レンズに於ける屈折によって、表示セル部分ではセルの臨界視野角を超えない範囲の角で透過した光線が観察されるようになるため、良好な表示品位が得られ液晶表示素子の視野

角が拡大されることになるものと考えられる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光学素子の構造の一例を示した一部断面外観概略図である。

【図2】本発明の光学素子の一例の断面図である。

【図3】従来の光学素子の一例の断面図である。

【図4】本発明の光学素子の別の一例であって、遮光層と単位レンズの位置関係を示した説明図である。

【図5】図4に示した光学素子のV方向矢視図である。

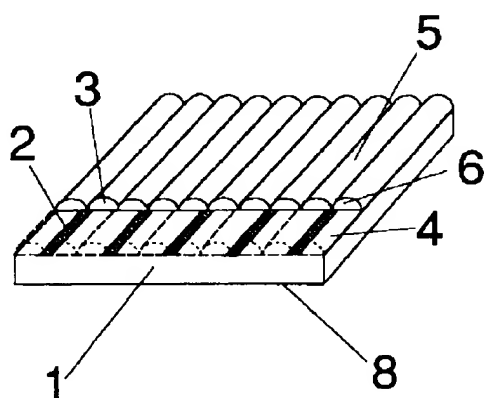
【図6】図4に示した光学素子のVI方向矢視図である。

【図7】本発明の液晶ディスプレイの構成の一例を示した概略断面図である。

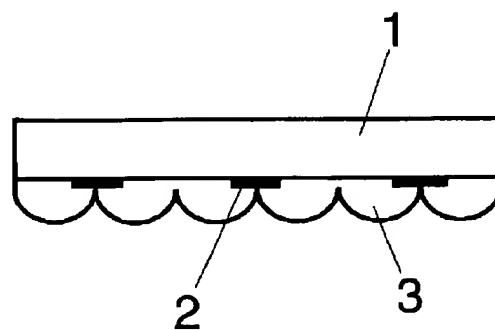
【符号の説明】

- 1・・・透明プラスチック基板
- 2・・・遮光層
- 3・・・単位レンズ
- 4・・・単位レンズ配列面
- 5・・・凹凸面
- 6・・・第1物質層
- 7・・・第2物質層（空気層）
- 8・・・基板1の表面
- 11・・・単位レンズ
- 12・・・レンズアレイシート
- 13・・・遮光層
- 51・・・液晶セル
- 52・・・光学素子
- 53・・・背面光源
- 61・・・偏光素子
- 62・・・ガラス基板
- 63・・・液晶層
- 64・・・透明電極
- 65・・・蛍光管
- 66・・・導光板
- 67・・・反射板
- 68・・・プリズムフレネルシート
- 101・・・基板面の法線方向から入射する光線
- 102・・・基板面の法線方向から入射する別の光線
- 201・・・単位レンズ断面を示す半円
- 202・・・半円201の弦
- 203・・・半円201の中心
- 204・・・弦202の一部分
- 205・・・弦202の他の一部分

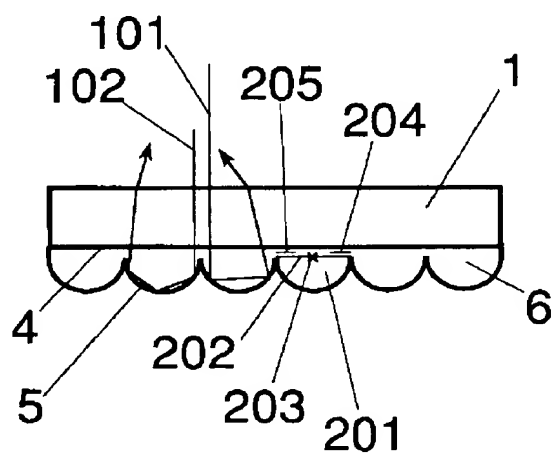
【図1】



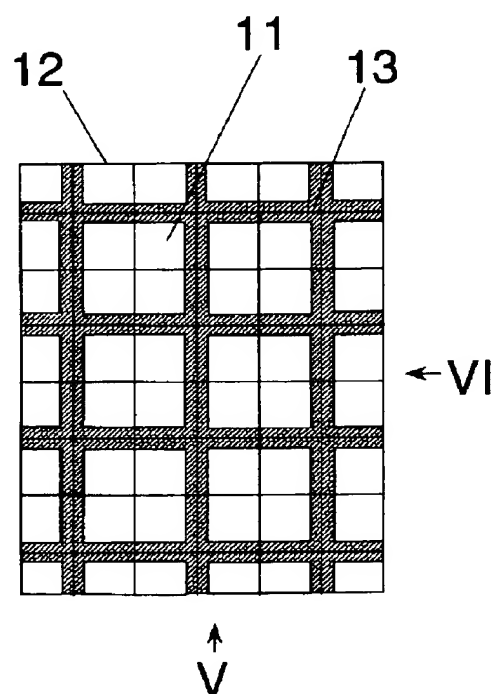
【図2】



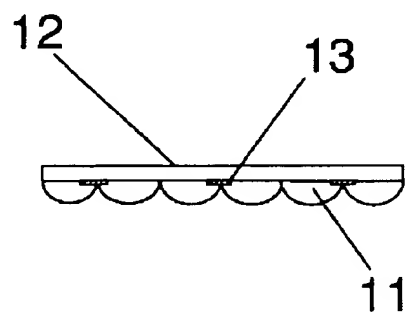
【図3】



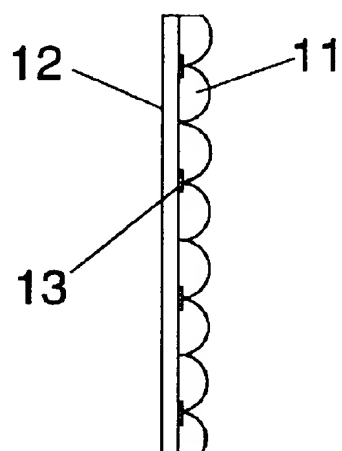
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

